

ენერგიის განახლებადი რესურსები და ენერგოდაზოგვის პერსპექტივები კახეთის რეგიონში

ნოდარ მირიანაშვილი, ქეთევან ვეზირიშვილი-ნოზაძე, ზურაბ ლომსაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ირ. ჟორდანია სახელობის,
საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრის თანამშრომლები

რეზიუმე

მოხსენებაში გაანალიზებულია კახეთის რეგიონში განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების (ჰიდრო, მზის, ქარის, ბიომასის) ათვისების არსებული მდგომარეობა და ენერგიის დაზოგვის პერსპექტივები. განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების გამოყენება საშუალებას იძლევა რეგიონში შეიქმნას დამატებითი ენერგეტიკული სიმძლავრეები, რომლებიც უზრუნველყოფენ აღნიშნული რესურსების ფართოდ მოხმარებას და ენერგეტიკული უსაფრთხოების ზრდას.

ნაშრომში ხაზგასმულია, რომ ეკოსისტემის დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების სტრატეგიის შემუშავება, მისი პრიორიტეტული მიმართულებების განსაზღვრა, თანამედროვე, ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების დანერგვა, საქართველოს ეკონომიკური პოტენციალის ზრდის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა.

საკვანძო სიტყვები: გლობალური დათბობა, ენერგიის განახლებადი რესურსები, ენერგოდაზოგვა, თბოენერგეტიკული დანადგარები.

SUMMARY

*Nodar Mirianashvili,
Ketevan Vezirishvili-Nozadze,
Zurab Lomsadze
Georgian Technical University*

The report analyzes the current state of the use of renewable energy sources (hydro, solar, wind, biomass) in the Kakheti region and the prospects for energy conservation. The use of renewable energy sources allows the region to create additional energy capacities that will ensure the widespread use of these resources and increase energy security.

The work emphasizes that the development of an ecosystem protection strategy and the rational use of natural resources, prioritization, and the introduction of modern, environmentally friendly technologies is one of the necessary conditions for Georgia's economic growth.

Keywords: Energy saving, global warming, renewable energy sources, thermal power equipment.

შესავალი

ენერგორესურსების ეფექტურად გამოყენების მიზნით ქვეყნის თითოეული რეგიონისათვის მნიშვნელოვანია დამუშავდეს მეცნიერულად დასაბუთებული პროგრამა რეგიონული ენერგოსისტემის შესაქმნელად, რომელიც ორიენტირებული იქნება ყველა სახის საკუთარი ენერგორესურსების მაქსიმალურ გამოყენებაზე და გაითვალისწინებს მოცემული რეგიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ, კლიმატურ, ეკონომიკურ, ეკოლოგიურ და დემოგრაფიულ თავისებურებებს.

ჰიდროენერგეტიკული რესურსი

კახეთის რეგიონი არ გამოირჩევა ჰიდროენერგორესურსების სიმდიდრით. რეგიონის უდიდესი მდინარეებია: ალაზანი და იორი, რომელთა ენერგეტიკული პოტენციალი ძალზე მცირედ არის გამოყენებული. დიდ ინტერესს იწვევს ამ მდინარეთა ჰიდროლოგიური პოტენციალის გამოყენება საირიგაციო მიზნებისათვის [1,2,3,16,19].

რეგიონის მდინარეთა სრული ჰიდროენერგეტიკული სიმძლავრე შეადგენს 1527,5-103 კვტ-ს, ხოლო ენერგია, რომელიც შეიძლება გამოიყენებოდეს აღნიშნული მდინარეების ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის სრული ათვისების შემთხვევაში, შეადგენს 11973-106 კვტ.სთ-ს [5,7,10].

რეგიონში აგებულია და ამჟამად ფუნქციონირებს: ალაზნის ჰიდროელექტროსადგური (ალაზანჰესი), რომლის სიმძლავრეა 5 ათასი კვტ, გამომუშავებული ენერგია 20 მლნ კვტ.სთ წელიწადში, დადგმული სიმძლავრის გამოყენების ხანგრძლივობაა წელიწადში - 4000 სთ; კაბალჰესი, რომელიც აგებულია მდ.კაბალზე (გურჯაანის რაიონი), მისი სიმძლავრეა 1,5 ათასი კვტ, გამომუშავებული ენერგია 6,0 მლნ კვტ.სთ წელიწადში [11,12,13].

2002-2003 წლებში მდ.ილტოზე ამოქმედდა 2,4 მგვტ სიმძლავრის ხადორჰესი.

2012 წელს დაიწყო ხადორჰეს-2-ის ექსპლუატაცია, რომლის სიმძლავრეა 5,4 მგვტ და ელექტროენერგიის საშუალო წლიური საპროექტო გამომუშავება 30 მლნ კვტ.სთ; 2013 წელს ამოქმედდა შილდის ჰესი 4,8 მგვტ და 30 მლნ კვტ.სთ; ხოლო 2014 წელს - ახმეტის ჰესი. მისი სიმძლავრეა 9,1 მგვტ და ელექტროენერგიის საშუალო წლიური საპროექტო გამომუშავება 43,4 მლნ კვტ.სთ.

მდ.პირიქითა ალაზანზე და მდ.თუშეთის ალაზა-

ნზე დაპროექტებულია ჰესების კასკადი, რომელთა სიმძლავრეა 800 მგვტ, ხოლო მათ მიერ გამოიმუშავებული ელექტროენერგია გაუტოლდება 3,0 მლრდ. კვტ.სთ-ს წელიწადში. ამასთან, უნდა აღინიშნოს, რომ ვინაიდან ეს მდინარეები წარმოადგენს მდ.სუ-ლაკის შენაკადებს, რომელზეც, დაღესტნის ტერიტორიაზე აგებულია და ფუნქციონირებს მძლავრი ჰესების კასკადი, ზემოხსენებული შენაკადების ჩამონადენის გამოყენება კავკასიის ქედის სამხრეთ კალთაზე ერთობ გართულდება.

რეგიონის ენერგომომარაგების პრობლემები შესაძლებელია გადაწყდეს მცირე ჰესების მშენებლობით. ჰესების მშენებლობის ღირებულების შემცირება შესაძლებელია სერიული წარმოების უნიფიცირებული ჰიდროაგრეგატების გამოყენებით.

კახეთის რეგიონის პირობებისათვის მცირე ჰესების ძირითადი ტიპი შესაძლებელია იყოს ღია დერივაციის მქონე მაღალდენიანი ჰესი, რომელიც აღჭურვილი იქნება ავტომატიზებული დანადგარებით, რაც მნიშვნელოვნად გააიფარებს ჰერსპექტიული ჰესების ექსპლუატაციას.

მზის ენერგეტიკული რესურსი

კახეთის რეგიონი, რომლის ფართობიც 10 ათას კმ²-ზე მეტია, ჰელიოენერგეტიკული დარაიონების თანახმად, განეკუთვნება მზის ენერგიის მაღალი პოტენციალის მქონე ზონას. აღნიშნული პოტენციალი უკვე უახლოეს ათწლეულში (2025 წლამდე), შესაძლებელია მნიშვნელოვნად იქნეს ათვისებული [3,5,7].

მრავალწლიანი მეტეოროლოგიური დაკვირვების შედეგად მიღებული მონაცემების ანალიზიდან ჩანს, რომ კახეთის რეგიონში მზის ნათების საშუალო ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს 2200 საათს. ზოგიერთ წლებში ამ სიდიდემ შეიძლება მიაღწიოს 2500 საათს, ან შემცირდეს 1850 საათამდე. მზის ნათების დღიური ხანგრძლივობა ზამთრის თვეებში შეადგენს 3,5-4,5 საათს, ხოლო მაის-სექტემბერში ეს სიდიდე 2-ჯერ იზრდება და აღწევს 7-9 საათს. დეკემბერ-თებერვალში მზის ნათების ხანგრძლივობების რეალური ჯამური სიდიდეები თვეში შეადგენს 100-120 საათს; ივნის-აგვისტოში კი ეს პარამეტრები იზრდება 2,5-ჯერ და აღწევს 270-280 საათს თვეში. წელიწადის თბილ სეზონში მზის ენერგიის მოდინება დროში უფრო მდგრადია, ვიდრე ცივ და გარდამავალ სეზონებში [9,12,13].

მთლიანად, წლის განმავლობაში მდინარე ივრის კალაპოტის მიმდებარე ტერიტორიებზე (საგარეჯოს, სიღნაღის, დედოფლისწყაროს რაიონებში) ჩანს უფრო მაღალი ჰელიოენერგეტიკული პოტენციალი, ვიდრე კახეთის სხვა დაბლობ ტერიტორიებზე. ახმეტისა და თელავის რაიონებთან შედარე-

ბით, დიდი კავკასიონის ქედის ქვედა კალთებზე მზის ენერგიის მოდინების მაქსიმუმი დაიკვირვება როგორც ზამთრის პერიოდში, ისე მთელი წლის განმავლობაში. ყვარლისა და ლაგოდეხის რაიონებში კი მზის ენერგიის პოტენციალი უფრო დაბალია. გარდა ამისა, აღნიშნულ რაიონებში ღრუბლიანობის დიდი ცვალებადობის გამო, აღინიშნება მზის რადიაციისა და მზის ნათების ხანგრძლივობის ასევე დიდი ცვალებადობა.

კახეთის რეგიონში ჰელიოდანადგარს სასარგებლო ენერგია შეუძლია გამოიმუშაოს წელიწადში 1900-2200 საათის განმავლობაში. წლის დანარჩენ პერიოდში კი, რომელიც 6400-6700 საათს შეადგენს, ობიექტის უწყვეტი ენერგომომარაგების მიზნით, აუცილებელია ენერგიის სარეზერვო წყაროს გამოყენება.

საქართველოში ამჟამად ეფექტურია მზის თბური კოლექტორით აღჭურვილი ჰელიოდანადგარის გამოყენება კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო, სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო და ადმინისტრაციული ობიექტების ცხელი წყალმომარაგებისათვის. თბური დატვირთვის ერთი მესამედი, ტემპერატურით $t=100^{\circ}\text{C}$, შესაძლებელია დაიფაროს მზის ენერგიის გამოყენებით. თბომომარაგების ავტონომიური ჰელიოსისტემა შესაძლებელია შეიქმნას როგორც ინდივიდუალური, ისე კოლექტიური მომხმარებლებისათვის. ასეთი დანადგარების გამოყენებით შესაძლებელია თბური დატვირთვის 30-50%-ის დაფარვა. თბური დატვირთვის დანარჩენი ნაწილი კი დაიფარება ენერგიის სარეზერვო წყაროს გამოყენებით. ასეთი ჰელიოსისტემების საშუალო წლიური მქკ 0,2-ია. ამასთან, მიიღწევა ორგანული სათბობის ეკონომია. 1 მ² მზის კოლექტორისაგან შესაძლებელია წელიწადში 135-160 კგ პირობითი სათბობის ეკვივალენტური თბური ენერგიის მიღება [16,19].

მზის ენერგიის უშუალოდ ელექტროენერგიად გარდაქმნის ფოტოელექტრული მეთოდი ჰელიოენერგეტიკაში განიხილება როგორც პრიორიტეტული შემდეგი ათწლეულებისათვის. ნახევარგამტარულ მზის ელემენტებზე ფასების 1 \$/კვტ-მდე შემცირების შემთხვევაში, 10-15 წლის შემდეგ მზის ენერგიის ელექტრულ ენერგიად პირდაპირი გარდაქმნისათვის აღნიშნული მოდულები ფართოდ იქნება გამოყენებული. 2025-2030 წლებისათვის ნახევარგამტარული მზის ელემენტების ბაზაზე შექმნილი ჰელიოსისტემის მიერ გამოიმუშავებული ელექტროენერგიის თვითღირებულება გაუტოლდება 7 ცენტი/კვტ.სთ-ს.

დიდი სიმძლავრის ჰელიოსისტემები, ე.წ. “მზის ფერმები”, 80-100 მგვტ სიმძლავრით, რომლებსაც შეუძლია თბური და ელექტრული ენერგიის გენერირება, შეიძლება შეიქმნას საგარეჯოს, სიღნაღისა

და დედოფლისწყაროს რაიონების ტერიტორიებზე (ფირმა LUD-ის ტექნოლოგია).

2025-2030 წლებისთვის მზის ფოტოელექტრულ მოდულებზე ფასების 1 \$/ვტ-მდე დაკლების შემთხვევაში, კახეთში, კერძოდ კი მდ.ივრის პლატოსა და ქვემო ქართლში შესაძლებელია აიგოს 100 მგვტ და მეტი სიმძლავრის ფოტოელექტრული სადგური (ფეს).

როგორც საერთაშორისო გამოცდილებიდან ჩანს, ძალზე მნიშვნელოვანია, რომ ამაზა პანელეები, რომელთაგან ინჟოზა ფესი, შეიძლება დაიდგას 3,5-4,0 მ სიმაღლეზე მიწიდან, ძალიან მოკლე დროში, ხოლო მიწა მათ ქვეშ გამოყენებული იქნეს ზოგიერთი სასოფლო-სამეურნეო კულტურისათვის. ამრიგად, გადაილახება მსხვილმასშტაბიანი მზის ენერგეტიკის ერთ-ერთი ძირითადი ნაკლი – მიწის ბლოკირება, რომლის მაჩვენებელი ფესისათვის შეადგენს 40-60 მგვტ/კმ²-ს. ეს მაჩვენებელი იმ მარეგულირებელი ჰესებისათვის, რომლებიც არ მდებარეობენ მაღალმთიან ვიწრო ხეობებში, ორჯერ უფრო მაღალია.

ფესის დემონტაჟის შემდეგ, მიწა არ საჭიროებს რეკულტივაციას და მისგან მიღებული ენერგია ეკოლოგიურად სუფთა და მუდმივად განახლებადია.

ქარის ენერგეტიკული რესურსი

კახეთის მთათაშუა ვაკეზე ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე არ აღემატება 2-2,5 მ/წმ-ს და მხოლოდ მდ.ივრის პლატოზე, უდაბნოსა და იორმულანლოში ის აღწევს 3-3,5 მ/წმ-ს [3,5,7,19].

მდ.ივრის პლატოზე ქარის მინიმალური სიჩქარე აღინიშნება შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში, მდ.ალაზნის ველსა და დიდი კავკასიონის ქედის კალთებზე კი – ზაფხულ-შემოდგომის პერიოდში.

ქარის მაქსიმალური ენერგეტიკული პოტენციული აღინიშნება მდ.ივრის ზეგანზე. ქარის ხანგრძლივობა აქ V-3 მ/წმ სიჩქარის შემთხვევაში შეადგენს 2500-3000 საათს.

ქარის “მუშა” სიჩქარეების საერთო ხანგრძლივობა, V-7 მ/წმ-ის შემთხვევაში, მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს უდაბნოსა და იორმულანლოში (შესაბამისად, 1039 და 794 საათს), ხოლო V-9 მ/წმ-ის შემთხვევაში კი – შესაბამისად, 532 და 635 საათს.

ზოგადად კი შეიძლება ითქვას, რომ ივრის პლატოზე ქარი, რომლის სიჩქარე V-3 მ/წმ, ქრის მთელი წლიური ხანგრძლივობის 27-34%-ის განმავლობაში, ხოლო ქარი, რომლის სიჩქარე V-5 მ/წმ, ქრის წლიური ხანგრძლივობის 10-15%-ის განმავლობაში.

მდ.ივრის პლატოზე ქარის “მუშა” სიჩქარის საშუალო უწყვეტი ხანგრძლივობა შეადგენს 13-15 საათს, ცალკეული მაქსიმუმი კი აღწევს 130-140 საათს (ზამთრის სეზონში). ქარის “აქტიურ” და წყნარ,

“მინელების” პერიოდებს შორის წყვეტების საშუალო ხანგრძლივობა შეადგენს 30-35 საათს, ხოლო მაქსიმალური ხანგრძლივობა აღწევს 300-500 საათს [8,12,13].

ქარი, რომლის სიჩქარე V-3 მ/წმ, 100-დან 99 შემთხვევაში ქრის - 6 საათის განმავლობაში, 40-50 შემთხვევაში -12 საათის განმავლობაში და მხოლოდ 3-5 შემთხვევაში - 48 საათის განმავლობაში.

ჩატარებული ანალიზიდან ჩანს, რომ კახეთის რეგიონი არც ისე მდიდარია ქარის რესურსებით. რეგიონში ქარის ენერგეტიკული დანადგარების გამოყენება ეკონომიკური თვალსაზრისით, მიზანშეწონილია მხოლოდ ივრის ზეგანზე [16].

გეოთერმული რესურსი

კახეთის რეგიონი არც ისე მდიდარია გეოთერმული რესურსით. რეგიონში თერმული წყლების ძირითადი საბადოებია უჯარმის (ტემპერატურა - 42°C, დებიტი - 50 მ³/დღ., თბური სიმძლავრე - 0,04 მგვტ., პირობითი სათბობის შესაძლო ეკონომია - 0,06 ათასი ტონა წელიწადში), წნორის (ტემპერატურა - 37°C, დებიტი - 864 მ³/დღ., თბური სიმძლავრე - 0,5 მგვტ., პირობითი სათბობის შესაძლო ეკონომია - 0,75 ათასი ტონა წელიწადში) და ჰერეთისკარის (ტემპერატურა - 34-37°C, დებიტი - 3300 მ³/დღ., თბური სიმძლავრე - 1,65 მგვტ., პირობითი სათბობის შესაძლო ეკონომია - 2,6 ათასი ტონა წელიწადში) საბადოები [3,5,7,12,16,19].

კახეთის რეგიონში გეოთერმული წყლების სიბოის გამოყენება ეფექტური იქნება საყოფაცხოვრებო-კომუნალური მიზნებისათვის და სოფლის მეურნეობაში (სათბურების მოსაწყობად, ტექნოლოგიური პროცესების სიბოითი და სიცივით მომარაგებისათვის), რის შედეგადაც დაიზოგება იმპორტირებული სათბობ-ენერგეტიკული რესურსები, კერძოდ: კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო სფეროში - 32-35%, მსუბუქ და კვების მრეწველობაში - 25-30%, საშენ მასალებში კი - 18-22% [13,14,15].

ბიოგაზის რესურსი

აშშ-სა და ევროპაში სამრეწველო ბიოენერგეტიკული დანადგარები შენდება დიდი დასახლებების მახლობლად. ქალაქის ჩანალვრებისა და მყარი ნარჩენების უტილიზაციის შედეგად მიღებული ენერგია უბრუნდება ისევ ქალაქს. მრავლადაა ბიოგაზის დანადგარები მსხვილ მეცხოველეობის ფერმებში. მიღებული ბიოგაზი უბრუნველყოფს ფერმის ინფრასტრუქტურის ენერგეტიკულ მოთხოვნილებებს. ასეთ სანარმოებში მიღებული ბიოგაზის რაოდენობა დღე-ღამეში შეადგენს ათიათასობით კუბ. მეტრს.

სამხრეთ კავკასიის ქვეყნების (სომხეთი, აზერბაიჯანი, საქართველო) წვრილი კერძო მეურნეო-

ბეზისათვის, სადაც ამჟამად კონცენტრირებულია მეცხოველეობის დიდი რესურსი, ყველაზე საინტერესოა ინდოეთისა და ჩინეთის გამოცდილება. აღნიშნულ ქვეყნებში მუშაობს ათეულ მილიონობით დაიჯესტერი, განკუთვნილი ცალკეული ოჯახური მეურნეობებისა და კომპაქტურად დასახლებული თემების ენერგეტიკული მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. განსაკუთრებული წარმატება ამ მიმართულებით მიღწეულია ჩინეთში, სადაც უკვე 1975 წ. მუშაობდა მილიონამდე ბიოდანადგარი. 2010 წელს ბიოგაზის დანადგარების რიცხვმა ჩინეთში გადააჭარბა 100 მილიონ ერთეულს.

ორგანული სასუქის ანაერობული კონვერსიის შედეგად, იღებენ ენერგომატარებელს ბიოგაზის სახით და მაღალხარისხოვან სასუქს სოფლის მეურნეობისათვის, რომელიც 25-30%-ით ზრდის მოსავლიანობას და გამორიცხავს გარემოს დაბინძურებას [4,5,6].

ბიოენერგეტიკული პროექტების გავრცელებამ მოითხოვა მეცხოველეობის ექსკრემენტების რესურსების შეფასება. ასეთი შეფასებები გაკეთდა დიფერენცირებულად, მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის, ღორების, ქათმების და ა.შ. რიცხოვნობის გათვალისწინებით. მაგალითად, ინდოეთში თვლიან, რომ ყოველწლიურად გამოყოფილი ძროხის ნაკელის კონვერსიით, რომელიც შეიცავს 300 მლნ ტ მშრალ ნივთიერებას, შესაძლებელია 33 მლნ ტ ნავთობის ეკვივალენტის მიღება.

ბიომასის ენერგეტიკული პოტენციალის საშუალო წლიური მნიშვნელობა (მცენარეულ კულტურათა ცალკეულ სახეობათა მიხედვით: სიმინდი, ხორბალი, მზესუმზირა, ქერი, ლობიო და ა.შ.) კახეთისათვის შეადგენს 369525 მგვტ.სთ წელიწადში [7,12,13].

ბიომასის ენერგეტიკული პოტენციალის საშუალო წლიური მნიშვნელობა (ცხოველთა ცალკეულ სახეობათა მიხედვით: მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი, ღორი, ცხვარი, ფრინველი და სხვ.) კახეთისათვის შეადგენს 723142 მგვტ.სთ წელიწადში.

საქონლის ექსკრემენტები, მდინარეების გარდა, აბინძურებს წყალსაცავებს, გრუნტის წყლებს, ჰაერს. ეს აძლიერებს ინფექციურ და ინვაზიურ (ცხოველური პარაზიტები, ჭიები და ა.შ.) დაავადებათა გამომწვევი ორგანიზმების სიცოცხლისუნარიანობას და ამიტომ გარემოს დაბინძურების თვალსაზრისით, დიდ საშიშროებას წარმოადგენს.

ბიოგაზგენერატორის გამოყენების მრავალწლიანმა გამოცდილებამ აჩვენა რომ იქ, სადაც განვითარებულია მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის კერძო ფერმერული მეურნეობები, მიზანშეწონილია მცირე ზომის ბიოგაზგენერატორების ამოქმედება. მეცხოველეობის ნარჩენების ასეთი სახით გამოყენებას აქვს არაერთი დადებითი ეფექტი [16,17]:

- ბიოგაზის გამოყენება იცავს ტყეს განადგურებისა და ნიადაგს ეროზიისაგან;
- ტრადიციული სათბობის ფასების ზრდის პირობებში, უზრუნველყოფს ადგილობრივ მოსახლეობას იაფი ენერგიით; მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ოჯახის საყოფაცხოვრებო პირობებს;
- დადებითად მოქმედებს სასმელი წყლის ხარისხზე, ამცირებს მდინარეების ბიოლოგიურ დაბინძურებას;
- განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს საკურორტო ზონებში, რადგან უზრუნველყოფს სათანადო სანიტარიულ პირობებს და გამორიცხავს არასასიამოვნო სუნს;
- ფერმენტაციის შედეგად მიღებულ გადამწვარ პროდუქტს აქვს კომერციული ღირებულება, იგი შეიძლება გაიყიდოს ან მოხმარებულ იქნეს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გასანოყიერებლად.

საქართველოში ამჟამად ექსპლუატაციაშია 400-ზე მეტი ბიოდანადგარი. უნდა აღვნიშნოთ, რომ საქონლის ექსკრემენტების გადამუშავებისადმი ასეთი მიდგომა სრულ შესაბამისობაშია ფერმერულ მეურნეობებში მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის მიღწევების დანერგვა-გავრცელების პრიორიტეტებთან, გლობალური დათბობის საწინააღმდეგო ზეგნის ძიებასთან და რეკომენდებულია გაეროს დეკლარაციებითა და კიოტოს პროტოკოლებით [18,19].

გამოყენებული ლიტერატურა:

- 1.არველაძე რ., კერესელიძე თ., ჰიდროენერგეტიკა საქართველოს ელექტროენერგეტიკული დამოუკიდებლობის დასაყრდენი// სტუის ა.ელიაშვილის მართ. სისტ. ინსტიტუტის შრ. კრებული, #18. თბილისი, 2014, გვ.83-89.
- 2.ენერგიის განახლებადი წყაროების პოტენციალი საქართველოში და მისი ათვისების ღონისძიებები. 2008. წწ.წგ.გე.
- 3.ირ.ჟორდანი, ნ.მირიანაშვილი, ქ.ვეზირიშვილი-ნოზაძე, რ.არველაძე, დ.ჩომახიძე, თ.ჯიშკარიანი. საქართველოს ენერგეტიკული რესურსები (სამსახურებრივი სარგებლობისათვის). მონოგრაფიაში „საქართველოს ბუნებრივი რესურსები“ (ორტომეული), ტომი II, თავი VI . საქ. მეცნ. ეროვნული აკადემია, საქ. ტექნ. უნივ. საქ. საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი, თბილისი, 2015 წ. გვ. 543-792.
- 4.არაბიძე გ., არაბიძე ნ. და სხვ. ნარჩენი ბიომასის ენერგეტიკული პოტენციალი საქართველოში (კადასტრი). მონოგრაფია. თბილისი. 2013. 225 გვ.
- 5.ნ.მირიანაშვილი, ზ.ლომსაძე, ნ.გძელიშვილი, ქ.კვირიკაშვილი, ვ.ხათაშვილი. საქართველოში გა-

ნახლებადი, არატრადიციული ენერგორესურსების გამოყენების თანამედროვე მდგომარეობა და ქვეყნის სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში მათი ჩართვის პერსპექტივები. ქ.თბილისი, „ენერგია“. #3(91), ტომი 2, 2019 წ. გვ.126-128.

6.ქვეზირიშვილი, თ.აკობია, ე.ფანცხავა. „საქართველოს ბიოენერგეტიკული პოტენციალის შეფასება და მცენარეული ზეთისგან ბიოდზელის წარმოების შესაძლებლობები“. ქ.თბილისი. მეცნიერება და ტექნოლოგიები. 2019წ. №1(730). გვ.27-29.

7.მირიანაშვილი ნ., ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ. არატრადიციული, განახლებადი ენერგორესურსების ათვისების პერსპექტივები ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიების გამოყენებით საქართველოს ზღვისპირეთში //სტუ-ის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის შრომები – “XXI საუკუნის მეცნ. და ტექნ. განვით. ძირით. პარადიგმები“. თბილისი, 19-21 სექტემბერი, 2012, გვ.157-159.

8.მირიანაშვილი ნ., ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ. ქარის ენერგორესურსების გამოყენების მასშტაბები საქართველოში //სტუ-ის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის შრომები – “XXI საუკუნის მეცნ. და ტექნ. განვით. ძირით. პარადიგმები“. თბილისი, 19-21 სექტემბერი, 2012, გვ.308-310.

9.ჟორდანიას ი., ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., მირიანაშვილი ნ. მზის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენების პერსპექტივები კახეთის რეგიონში. ენერგია// #1(73), 2015, გვ.36-40.

10.სვანიძე გ. საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოყენება// ენერგია, #1. თბი-

ლისი, 1998, გვ.36-45.

11.სოლომონია ო. და სხვ. საქართველოს მდინარეების მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის კადასტრი. თბილისი, 2006. 480 გვ.

12.ფრანგიშვილი ა. (ხელმძღვანელი და პასუხისმგებელი). საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების კონცეფცია. თბილისი, 2002.

13.ჩომახიძე დ. საქართველოს ენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენების ეკონომიკურ-ეკოლოგიური პრობლემები. თბილისი: თერგი, 2002. -275 გვ.

14. Mirianashvili N., Vezirishvili K. Working out and investigation of energy-economical efficiency of energy-preserving heat-cold capplying systems on basis of heat pump plant and geothermal water on agroindustrial complex enterprises// Problems of Mechanics. Tbilisi. #1(39). 2010. pp.76-81.

15.Везиришвили К. Энергосберегающие системы теплохладоснабжения на базе геотермальных вод //Вестник Междунпродной Академии холода. Вып.3. Санкт-Петербург-Москва, 2003, стр.5-8.

16.Сванидзе Г.Г. и др. Возобновляемые энергетические ресурсы Грузии. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. -174 с.

17.ბინაძე ა. ბიოგაზის დანადგარის აშენება და ექსპლუატაცია (II გამოცემა). თბილისი, 2004. 80გვ.

18. Khantadze J., Lanchava M., Bitsadze A. On the issue of Heat xchange in a Biogas Installation // Georgian Engineering News. №2, 2005. p.65-68.

19.მ.ციციშვილი და სხვ. ზოგადი ეკოლოგიის საფუძვლები. (თანაავტორობით). სახელმძღვანელო. თბილისი. “ბარტონი”.2018, 264 გვ.